

44. PARTICLE DETECTION METHOD
PAJ 05-01-97 09113436 JP NDN-043-0073-5760-3

INVENTOR(S)- FUJITA, MASAYUKI; NISHIO, YOSHITAKA; SHIBATA, KENICHI

PATENT APPLICATION NUMBER- 07274221

DATE FILED- 1995-10-23

PUBLICATION NUMBER- 09113436 JP

DOCUMENT TYPE- A

PUBLICATION DATE- 1997-05-02

INTERNATIONAL PATENT CLASS- G01N01514; G01N02147

APPLICANT(S)- SANYO ELECTRIC CO LTD

PUBLICATION COUNTRY- Japan

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a particle detection method in which a plurality of particles in desired particle sizes can be detected simply by a method wherein a beam of diffracted light generated at a time when particles are irradiated is divided and a beam of diffracted light due to particles in respectively different

desired particle sizes is received selectively from a shielding member in which an optical mounting part is installed.

SOLUTION: A part of a laser beam which is output from a semiconductor laser 1 is transmitted through a semitransparent mirror 4 via a collimating lens 2 as well as an incident opening 3a and a radiant opening 3b at a flow cell, and a part is divided by the semitransparent mirror 4 into the right-angled direction. Only a beam of diffracted light by nearly spherical particles in desired particle sizes out of beams of light which are transmitted through the mirror 4 is taken out from an opening 5a. In addition, out of beams of light which are separated to the nearly right-angled direction by the mirror, a beam of light in a part in a prescribed submaximum is taken out from an opening 6a at a shielding member 6. Beams of light which are taken out from the openings 5a, 6a are received by light-receiving means 9, 10 via respective condensing lenses 7, 8. A beam of rectilinear incident light and a beam of light at a small diffraction angle are prevented from being incident on the light-receiving means 9, 10 at a shielding member and the shielding member 6.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

NO-DESCRIPTORS .

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-113436

(43)公開日 平成9年(1997)5月2日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 1 N 15/14
21/47

識別記号 庁内整理番号
F I
G 0 1 N 15/14
21/47

F I
G 0 1 N 15/14
21/47

技術表示箇所
P
K
A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-274221
(22)出願日 平成7年(1995)10月23日

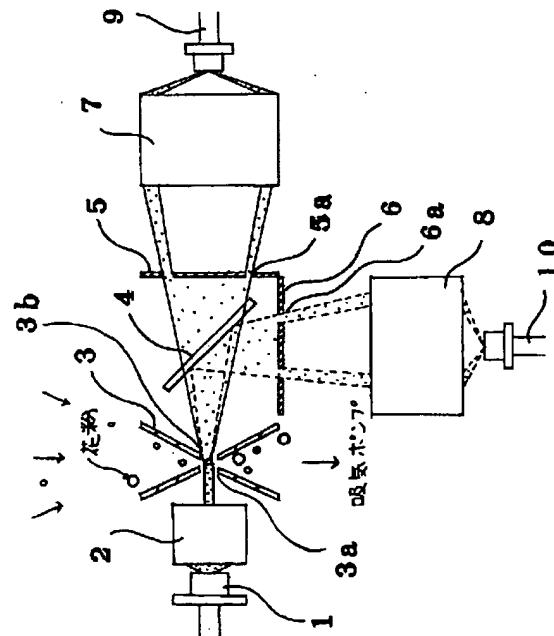
(71)出願人 000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(72)発明者 藤田 政行
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 西尾 佳高
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 柴田 賢一
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(74)代理人 弁理士 岡田 敬

(54)【発明の名称】 粒子検出方法

(57)【要約】

【課題】 互いに異なる所望の粒子径の粒子を簡単な受光手段で検出できる粒子検出方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 粒子に光を照射して生じた回折光を少なくとも2つに分割し、該各分割した光を同心円で囲まれる領域に光取出部5a、6aが設けられた遮蔽部材からなる各光取出手段5、6を介して、該各分割した光に対応した各受光手段9、10で受光することにより、互いに異なる所望粒子径の粒子を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】粒子に光を照射して生じた回折光を少なくとも2つに分割し、該各分割した光を同心円で囲まれる領域に光取出部が設けられた遮蔽部材からなる各光取出手段を介することにより、それぞれ異なる所望粒子径を有する粒子による回折光を選択的に取り出し、該各回折光を各受光手段で受光することにより、互いに異なる所望粒子径の粒子を検出可能としたことを特徴とする粒子検出方法。

【請求項2】上記粒子に照射する光はレーザ光であることを特徴とする請求項1記載の粒子検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、花粉等の粒子を検出する粒子検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、杉、ヒノキ等の植物の花粉に起因する花粉症をはじめとして、空気中の花粉や塵などの粒子によるアレルギー症に悩む人の数は増加の傾向にあり、大きな社会問題となっている。

【0003】このアレルギー症の人にとっては、症状が出るのを防止するため、環境雰囲気中のその症状を引き起こす特定の花粉や塵などの粒子濃度を知ることが重要である。

【0004】この雰囲気中の塵や花粉を検出する方法として、発光ダイオード(LED)から出力される光を照射し、空気中の塵や花粉の粒子による散乱光を受光素子で検出して粒子を特定することなく空気中の粒子を検出する方法が知られている。

【0005】また、特開昭62-100637号(G01N 15/02)や特開平2-203246号(G01N 15/02)には、フラウンホーファー回折を利用した粒子群の粒度分布を測定する方法が開示されている。この方法は、粒子群にレーザ光を照射し回折された光をレンズで集光することにより得られるリング状の回折像における半径方向の光強度分布(フラウンホーファー回折光強度分布)と、粒子群の粒度分布との相関関係を用いている。

【0006】上記公報では、リング状の光強度分布を受光するために、同心円状に配置された複数のフォトダイオードからなるリングデテクタや半径方向に向かって受光面積が大きい複数のフォトダイオードからなる扇状デテクタが記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記散乱光を検出する方法では、特定の粒子、即ち所望粒子径の粒子、例えば花粉のみを検出できないといった問題があった。

【0008】また、上記フラウンホーファー回折を利用した方法では、所望粒子径の粒子濃度を検出することは

できるが、この方法では、特殊なデテクタを用いる必要があり、装置が高価になるといった問題があった。

【0009】従って、本発明は上述の問題点を鑑みなされたものであり、簡単な受光手段を用いて、複数の所望粒子径の粒子を検出可能とする粒子検出方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の粒子検出方法は、粒子に光を照射して生じた回折光を少なくとも2つに分割し、該各分割した光を同心円で囲まれる領域に光取出部が設けられた遮蔽部材からなる各光取出手段を介することにより、それぞれ異なる所望粒子径を有する粒子による回折光を選択的に取り出し、該各回折光を各受光手段で受光することにより、互いに異なる所望粒子径の粒子を検出可能としたことを特徴とする。

【0011】特に、上記粒子に照射する光はレーザ光であることを特徴とし、このレーザ光は略平行光であるのがよい。レーザ光はコヒーレント性が高く、粒子により良好なフラウンホーファー回折像が得られる。そして、このフラウンホーファー回折像は、前方散乱側で粒子径に応じた同心円状の強度分布を示す。

【0012】従って、粒子に光を照射する為の光源と、少なくとも1つの受光手段は対向し、回折光を少なくとも2つに分割する分割手段は、この光源と受光手段の間に位置し、回折光を略直角に分岐させるのが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態に係る粒子検出方法を図面を用いて説明する。図1は本形態に用いる装置の概略構成図、図2はこの装置に用いられる遮蔽部材の上面図である。

【0014】図1中、1はレーザ光を出力する半導体レーザ(光源)、2は半導体レーザ1の前方に位置し、上記レーザ光を平行光(平行レーザ光)に変換するコリメータレンズ、3は図示しない吸気ポンプに連結され、内部に一定流量、例えば3リットル/分の外部空気が図中矢印方向に流れる表面黒塗りの金属製又は樹脂製フローセルである。なお、このセル3には、導入される外部空気の中に含まれる特定粒子径以上(本実施形態では100μm以上)の粒子を除去する図示しないフィルターを介して外部空気が送り込まれる。

このセル3には、コリメータレンズ2にて変換された平行レーザ光が入射する入射開口3aと、該平行レーザ光が上記外部空気に含まれる花粉等の略球形粒子によって回折され、粒子径に応じたフラウンホーファー回折強度分布を有する回折光が出射する上記入射開口3aに対向した位置に設けられた出射開口3bと、が設けられている。また、セル3は、吸引した花粉等の略球形粒子に平行レーザを効率よく照射するためと、吸引した外部空気が入射開口3a及び出射開口3bから漏れ出るのを防止するために、入射開口3a及び出射開口3bの設けられ

た狭い部分（照射部： $\phi 3\text{ mm}$ ）と、その両側を円錐状に拡がる形状から構成されている。尚、斯る狭い部分の吸引した外部空気の線速度は 7 m/s である。

【0015】4は出射開口3bの前方に配置されたハーフミラー（分割手段）であり、この分割手段4は出射開口3bから出射した前記回折光の一部を透過すると共に、該回折光の他部を略直角方向に分離する。

【0016】5は分割手段4の前方に配置された、即ち光源1からの出射光軸上に配置された図2に示すように同心円で囲まれる領域に開口（光取出部）5aを有する 0.1 mm 厚の遮蔽部材（光取出手段）で、本実施形態の遮蔽部材5は直径 L_1 、幅 W_1 の略リング状の開口を有する。

【0017】この遮蔽部材5は、上記同心円の中心が前記出射光軸に位置し、該光軸と開口5a面が直交すると共に、所定粒子径を有する略球形粒子によりフラウンホーファー回折されてなるフラウンホーファー回折光強度分布を有した光のうち、該回折光強度分布において所定の副極大にある部分の光を開口5aから取り出せるように配置されている。即ち遮蔽部材5は、ハーフミラー4を透過した光のうち、所望粒子径を有する略球形粒子の回折光のみを主に開口5aから取り出せるように配置されている。

【0018】6は分割手段4の側方に配置された、即ち光源1からの出射光軸に略直交して配置された図3と同様の同心円で囲まれる領域に開口（光取出部）6aを有する 0.1 mm 厚の遮蔽部材（光取出手段）で、本実施例の遮蔽部材6は直径 L_2 、幅 W_2 の略リング状の開口を有する。

【0019】この遮蔽部材6は、上記同心円の中心がハーフミラー4にて屈折された出射光軸に位置し、該光軸と開口6a面が直交すると共に、他の所定粒子径を有する略球形粒子によりフラウンホーファー回折されてなるフラウンホーファー回折光強度分布を有した光のうち、該回折光強度分布において所定の副極大にある部分の光を開口6aから取り出せるように配置されている。即ち遮蔽部材6は、ハーフミラー4にて反射された光のうち、他の所望粒子径を有する略球形粒子の光のみを主に開口6aから取り出せるように配置されている。

【0020】7は遮蔽部材5の開口5aの前方に配置された集光手段としての集光レンズ（集光手段）であり、8は遮蔽部材6の開口6aの前方に配置された集光手段としての集光レンズである。

【0021】9は集光手段7で集光された開口5aから出射された所望粒子径を有する略球形粒子の回折光を受光し、その受光量に応じた電気信号に変換するフォトダイオード等からなる受光手段であり、10は集光手段8で集光された開口6aから出射された他の所望粒子径を有する略球形粒子の回折光を受光し、その受光量に応じた電気信号に変換するフォトダイオード等からなる受光

手段である。

【0022】尚、本装置は図示しないが、受光手段9、10にて得られた各電気信号を各基準信号と比較することにより、所定積算流量（単位体積）中における各所望粒子径の略球形粒子の個数信号に変換する信号検出回路を有し、該信号検出回路に出力される信号に応じて空気中の各所望粒子径を有する略球形粒子の濃度を表示する表示部を有する。

【0023】以下、本装置の原理について説明する。

【0024】粒子に平行光をなすコヒーレント光（レーザ光）が照射され生じる回折光は、所謂フラウンホーファー回折光と呼ばれる。

【0025】粒子が球形粒子である場合、図3(a)に示すフラウンホーファー回折パターン、図3(b)に示す回折光強度分布を有する。

【0026】即ち、球形粒子によるフラウンホーファー回折光強度分布には、主極大11の周りに極小を介して同心円状に第1の副極大12、第2の副極大13、第3の副極大14、…が存在し、これら副極大は粒子径が異なれば、異なる回折角度に生じる。尚、このフラウンホーファー回折光強度分布は略球形粒子でも略同様である。

【0027】他方、粒子が略球形でない場合には、同心円状の強度分布を示さない。

【0028】従って、本実施例装置では、回折光を略リング状の開口5a、6aを有する遮蔽部材5、6を介して検出するので、略球形でない粒子による回折光を殆ど検出することがなく、且つ遮蔽部材5、6はそれぞれ直進入射光及び回折角の小さい光が受光手段9、10に入射するのを防止する。しかも、上記遮蔽部材5、6は、その開口5a、6aがそれぞれの所定粒子径の略球形粒子の副極大またはその近傍の部分の光を主に透過するように、即ち、所望粒子径の略球形粒子に係る光のみを主に透過し、これ以外の略球形粒子に係る光を殆ど透過しない構成、配置としているので、所望粒子径の略球形粒子を感度よく検出できる。

【0029】以下、一例として、環境雰囲気中の花粉症を引き起こす杉、ヒノキの花粉を受光手段9で、稻の花粉を受光手段10で検出する場合について説明する。これら杉花粉、ヒノキ花粉とも略球形であり、粒子径はそれぞれ約 $30\text{ }\mu\text{m}$ 、約 $25\text{ }\mu\text{m}$ 程度であり、稻の花粉は約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度である。

【0030】図4は、粒子径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 、 $50\text{ }\mu\text{m}$ の粒子によるフラウンホーファー回折光強度分布と回折角度の関係を示す図である。

【0031】この図4から、粒子径によってその副極大の位置が異なることが判り、回折角度を選択することにより所望粒子径の略球形粒子を検出可能なことが判る。他、杉、ヒノキ花粉を検出するための遮蔽部材5の開口5aは、例えば同図中のAで示す部分の光が通過するよ

うに構成されればよく、稻の花粉を検出するための遮蔽部材6の開口6aは、例えば同図中のBで示す部分の光が通過するように構成されればよいことが判る。

【0032】この様に設定する場合、Aの方がBより光強度は小さいので、ハーフミラー4は反射率より透過率が高くなる様にするのが好ましい。

【0033】具体的には、上記装置は、杉花粉、ヒノキ花粉と、稻花粉を検出するため、上記レーザ光の波長が790nm、上記遮蔽部材5、6と照射部の距離が4cm、遮蔽部材5の開口5aの直径L₁が14.2mm、幅W₁が0.2mm、遮蔽部材6の開口6aの直径L₂が10.9mm、幅W₂が0.2mmと設定される。尚、本実施例の半導体レーザ1は、後方側に出力されるモニター用レーザ光を図示しない受光手段で検出し、該検出信号を用いたAPC（自動出力制御）駆動回路にて駆動され、上記前方側に出力されるレーザ光を一定にするように制御される。

【0034】以下、斯る装置の動作を示す。

【0035】まず、最初に吸気ポンプを動作しない状態で、半導体レーザ1及び受光手段9、10を動作させ、この時の受光手段9、10にて得られたバックグランドノイズに係る信号を信号検出回路にて保存する。

【0036】この状態で、上記吸気ポンプを動作してフローセル3内にフィルタで100μm以上の粒子を除去した外部空気を上記一定流量で流し、受光手段9、10で電気信号を得る。その後、信号検出回路にて、この各電気信号からバックグランドノイズに係る信号を減算した信号のうち、所定水準以上の信号を取り出し、所定積算流量内における所定水準以上の信号を加算することにより、杉花粉とヒノキ花粉の合計の積算個数、稻花粉の積算個数が outputされる。この各積算個数に係る信号が表示部に送られて表示部に空気中の杉花粉とヒノキ花粉の合計濃度、稻花粉の濃度が表示される。

【0037】上述では、受光手段9、10を同時に駆動させているが、目的に応じて一方のみを駆動するようにしても勿論よい。

【0038】また上述では、各遮蔽部材は、所定の副極大にある光を透過するようにしたが、その副極大の近傍の光を透過するようにして所望粒子径の粒子のみが主に透過するようにしてよい。

【0039】また、図5に示すように、少なくとも異なる2つの副極大又はその近傍にある部分の光を取り出せるようにして、所望粒子径の粒子の検出感度を高めるようにしてよい。

【0040】なお、上記装置では、散乱中心位置と各遮蔽手段5、6の距離を同じにして、各遮蔽手段5、6の

開口5a、6aの直径を変えたが、開口5a、6aの直径を同じくして、散乱中心位置と各遮蔽手段5、6の距離を変えてよい。

【0041】また、本発明に係るリング状とは、上述したように完全なリングを形成しないものも含み、また本発明に係る平行光とは、略平行光であるものも含む。

【0042】また、本発明に係るコヒーレント光とは、シングルモードのレーザ光、マルチモードのレーザ光、自励発振してなるレーザ光でもよい。

【0043】また、照射する光の波長を変える場合、回折角度が変わるので、光取出手段の光取出部の位置などを適宜変更する必要がある。

【0044】更に、半導体レーザの代わりにガスレーザ等を用いる場合には、コリメータレンズを用いなくともよい。

【0045】勿論、上記粒子検出装置を空気清浄機等の空調装置に組み込んでもよい。

【0046】

【発明の効果】本発明の粒子検出方法は、粒子に光を照射して生じた回折光を少なくとも2つに分割し、該各分割した光を同心円で囲まれる領域に光取出部が設けられた遮蔽部材からなる各光取出手段を介することにより、それぞれ異なる所望粒子径を有する粒子による回折光を選択的に取り出し、該各回折光を各受光手段で受光することにより、互いに異なる所望粒子径の粒子を検出可能であるので、互いに異なる所望粒子径の粒子を簡単な受光手段で検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る粒子検出装置の模式概略構成図である。

【図2】上記実施形態で用いた遮蔽部材の上面図である。

【図3】フラウンホファー回折パターンとその強度分布を示す図である。

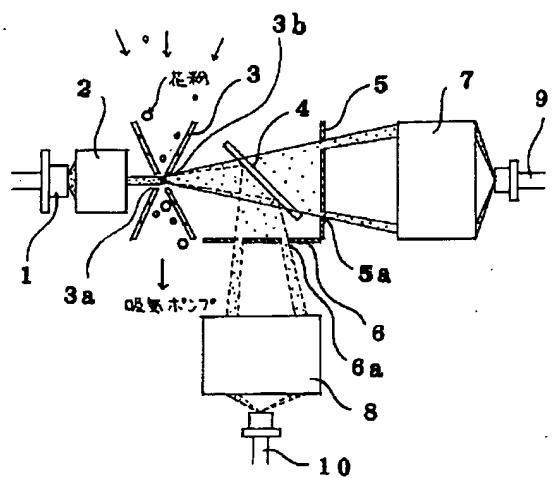
【図4】粒子径が10、30、50μmの粒子に係るフラウンホファー回折光強度分布を示す図である。

【図5】他の遮蔽部材の上面図である。

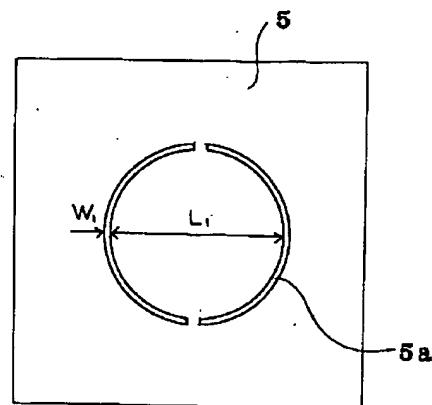
【符号の説明】

1	半導体レーザ（光源）
2	コリメータレンズ（変換手段）
4	ハーフミラー（分割手段）
5、6	遮蔽部材（光取出手段）
5a、6a	開口（光透過部）
7、8	集光手段
9、10	受光手段

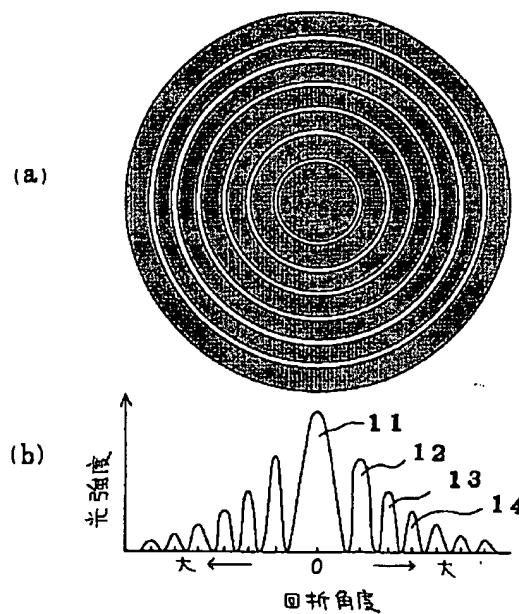
【図1】



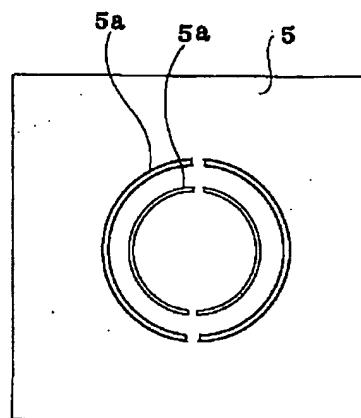
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

